

明 細 書

半導体発光装置およびその製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、半導体発光装置およびその製造方法に関し、特にビーム形状を改善した半導体発光装置およびその製造方法に関する。

背景技術

[0002] 半導体レーザなどの半導体発光装置は、例えば、CD(コンパクトディスク)やDVD(デジタル多用途ディスク)、さらには次世代光ディスク装置の光学ピックアップ装置の光源や、その他の機器の光源などとして、様々な分野で用いられている。

[0003] 上記の半導体発光装置として、例えば非特許文献1にAlGaInP系材料からなる半導体レーザが開示されている。

図1Aは上記の半導体レーザの断面図である。

例えば、n型基板110上に、不図示のn型バッファ層を介して、AlGaInP層からなるn型クラッド層111、活性層112、AlGaInP層(113, 115)からなるp型クラッド層117、GaAs層からなるp型キャップ層118が積層して形成されている。

AlGaInP層113とAlGaInP層115の界面に、GaInP層のエッチングストップ層114が形成されており、p型キャップ層118の表面からAlGaInP層115までがリッジ(凸)形状RDに加工されており、電流狭窄構造となるストライプを形成している。

リッジ形状RDの両側には、電流ブロック層119が形成されており、さらに、p型キャップ層118に接続してp電極120が形成され、n型基板110に接続してn電極121が形成されている。

[0004] 図1Bは図1A中の x_1-x_2 に沿った断面でのバンドギャッププロファイルである。

n型クラッド層111、活性層112、AlGaInP層113、エッチングストップ層114、AlGaInP層115の各層のバンドギャップを示している。

例えば、n型クラッド層111のアルミニウムの組成比は0.65であり、p型クラッド層については、AlGaInP層(113, 115)の2層とも0.70となっており、n型クラッド層111よりもバンドギャップが高い構造となっている。

[0005] 上記の半導体レーザにおいて、レーザビームのアスペクト比を調整し、ビーム形状を円形に近づけることは重要な課題の1つである。

ビーム形状は半導体レーザを構成する各層の屈折率に大きく依存する。

[0006] 一方、上記の従来の半導体レーザにおいて、内部量子効率を改善するために様々な試みがなされてきたが、2つの漏れ電流を最小限にすることが求められている。

1つめの漏れ電流は、図1の断面図においてヘテロ接合に平行な方向なX方向に過分に漏れる横方向漏れ電流 I_{Lx} であり、2つめの漏れ電流は、活性層からpクラッド層へと電子がY方向に漏れるオーバーフローと呼ばれる縦方向漏れ電流 I_{Ly} である。

[0007] 横方向漏れ電流 I_{Lx} は、図1中のAlGaInP層113の厚みを薄くすることで抑制する方法があるが、実際にはこのAlGaInP層113を300nm以下に制御し薄くしていくことは難しい。

例えば、リッジストライプ中央部の実行屈折率 N_{eff1} とリッジストライプ外部の実行屈折率 N_{eff2} との差が大きくなり、X方向での光閉じこめが強くなり、X方向での中央部での光子分布が極大化し、電子正孔の消費が増え、供給不足に陥る。これをキャリアのホールバーニングと呼ぶが、この際、光子はそのモードを維持する電子正孔の受給ができないので、供給を受けられるモードに移ろうとする。この現象は、その電子—光変換効率の変化をもたらし、光出力—電流(L—I)特性においてはその直線性が損なわれ、キンクという現象として観測される。

[0008] また、上記の従来の半導体レーザにおいて、縦方向漏れ電流 I_{Ly} として、高温度時に電子がその熱電子エネルギーで活性層からp型クラッド層に漏れてしまい、L—I特性の悪化を招いていた。

この対策の本質は、 Γ -bandに属する電子が感じるエネルギー的障壁の高さを高くしたり、クラッド層のp型不純物の濃度を向上させるなどの手法が一般的手法であった。その際、重要な課題として、AlGaInP層113を薄くしていくとX-bandに属する電子群のドリフト電流が増加することが知られている(非特許文献1参照)。

このことは、実験でも確かめられ、AlGaInP層113はあまり薄くできず、上記記載のX方向の漏れ電流 I_{Lx} を抑制する手法が使えない。

非特許文献1: Numerical Simulation of Semiconductor Optoelectronic Devices, proc

eedings, MD4, L39-40

非特許文献2:IEEE JQE, VOL38, NO.3, MARCH 2002, L285

発明の開示

発明が解決しようとする課題

- [0009] 解決しようとする問題点は、図1に示す構造の半導体レーザにおいて、レーザビームのアスペクト比を改善して円形に近づけることが困難である点である。

課題を解決するための手段

- [0010] 本発明の半導体発光装置は、基板と、前記基板に形成された第1導電型の第1クラッド層と、前記第1クラッド層上に形成された活性層と、前記活性層上に形成され、一部が電流狭窄構造としてリッジ形状となっている第2導電型の第2クラッド層とを有し、前記リッジ形状の部分の前記第2クラッド層が、前記活性層に近い側であってバンドギャップの高い第1リッジ形状層と、活性層から遠い側であってバンドギャップの低い第2リッジ形状層を含む。
- [0011] 上記の半導体発光装置は、基板に、第1導電型の第1クラッド層、活性層、一部が電流狭窄構造としてリッジ形状となっている第2導電型の第2クラッド層とが積層しており、このリッジ形状の部分の前記第2クラッド層が、活性層に近い側であってバンドギャップの高い第1リッジ形状層と、活性層から遠い側であってバンドギャップの低い第2リッジ形状層を含む構造となっている。
- [0012] また、半導体発光装置の製造方法は、基板に、エピタキシャル成長法により、少なくとも第1導電型の第1クラッド層、活性層および第2導電型の第2クラッド層を積層して形成する工程と、前記第2クラッド層の一部を電流狭窄構造としてリッジ形状に加工する工程とを有し、前記第2クラッド層を形成する工程において、前記リッジ形状となる部分が、前記活性層に近い側であってバンドギャップの高い第1リッジ形状層と、活性層から遠い側であってバンドギャップの低い第2リッジ形状層を含むように形成する。
- [0013] 上記の本発明の半導体発光装置の製造方法は、基板に、エピタキシャル成長法により、少なくとも第1導電型の第1クラッド層、活性層および第2導電型の第2クラッド層を積層して形成し、次に、第2クラッド層の一部を電流狭窄構造としてリッジ形状に加

工する。

ここで、第2クラッド層を形成する際には、リッジ形状となる部分が、活性層に近い側であってバンドギャップの高い第1リッジ形状層と、活性層から遠い側であってバンドギャップの低い第2リッジ形状層を含むように形成する。

発明の効果

[0014] 本発明の半導体発光装置は、第2クラッド層のリッジ形状部分に、バンドギャップの高い層と低い層が含まれている構造を有しており、これによって、第2クラッド層のリッジ形状部分に屈折率の低い層と高い層が含まれている構造として、発光する光のビームの形状に影響を与える屈折率プロファイルが調整可能となり、ビームのアスペクト比を改善して円形に近づけることができる。

[0015] 本発明の半導体発光装置の製造方法は、第2クラッド層のリッジ形状部分に、バンドギャップの高い層と低い層が含まれるように形成するので、第2クラッド層のリッジ形状部分に屈折率の低い層と高い層が含まれている構造として、発光する光のビームの形状に影響を与える屈折率プロファイルを調整することができ、ビームのアスペクト比を改善して円形に近づけることができる。

図面の簡単な説明

[0016] [図1]図1Aは従来例に係る半導体発光装置である半導体レーザの断面図であり、図1Bは図1A中の x_1-x_2 に沿った断面でのバンドギャッププロファイルである。

[図2]図2Aは本発明の第1実施形態に係る半導体発光装置である半導体レーザの断面図であり、図2Bは図2A中の x_1-x_2 に沿った断面でのバンドギャッププロファイルである。

[図3]図3は本発明の第1実施形態においてドリフト電子を低減する効果を説明する模式図である。

[図4]図4は実施例1において実施例と比較例の半導体レーザのしきい電流を測定した結果を示す図である。

[図5]図5は実施例2において実施例と比較例の半導体レーザの θ_{\perp} を測定した結果を示す図である。

[図6]図6は実施例3において実施例と比較例の半導体レーザの微分効率を測定し

た結果を示す図である。

[図7]図7は実施例4において実施例と比較例の半導体レーザのキンクレベルを測定した結果を示す図である。

[図8]図8は実施例5において微分係数の減少率 KSE_p を遠視野像の半値幅 θ //に對してプロットした図である。

[図9]図9Aは本発明の第2実施形態に係る半導体発光装置である半導体レーザの断面図であり、図9Bは図9A中の $x_1 - x_2$ に沿った断面でのバンドギャッププロファイルである。

符号の説明

[0017] 10…n型基板、11…n型クラッド層(第1クラッド層)、12…活性層、13…d2層、14…エッチングストップ層、15…d2'層(第1リッジ形状層)、16…第2リッジ形状層、17…p型クラッド層(第2クラッド層)、18…p型キャップ層、19…電流ブロック層、20…p電極、21…n電極、110…n型基板、111…n型クラッド層、112…活性層、113…AlGaInP層p型クラッド層、114…エッチングストップ層、115…AlGaInP層、117…p型クラッド層、118…p型キャップ層、119…電流ブロック層、120…p電極、121…n電極

発明を実施するための最良の形態

[0018] 以下、本発明の半導体発光装置の実施の形態について図面を参照して説明する。

[0019] 第1実施形態

図2Aは本実施形態に係る半導体発光装置である半導体レーザの断面図である。

例えば、n型基板10上に、不図示のn型バッファ層を介して、AlGaInP層からなるn型クラッド層(第1クラッド層)11、多重量子井戸構造を有する活性層12、AlGaInP層からなるd2層13、GaInP層からなるエッチングストップ層14、AlGaInP層からなるd2'層(第1リッジ形状層)15、AlGaInP層からなる第2リッジ形状層16が積層しており、d2層13から第2リッジ形状層16までがp型クラッド層(第2クラッド層)17となる。さらに、第2リッジ形状層16上にGaAs層からなるp型キャップ層18が形成されている。

また、p型キャップ層18の表面からAlGaInP層15までがリッジ(凸)形状RDに加工

されて、電流狭窄構造となるストライプを形成しており、リッジ形状RDの両側には、例えばAlInPなどからなる電流ブロック層19が形成されている。

また、p型キャップ層18に接続してp電極20が形成され、n型基板10に接続してn電極21が形成されている。

[0020] 図2Bは図2A中の x_1-x_2 に沿った断面でのバンドギャッププロファイルである。

n型クラッド層11、活性層12、d2層13、エッチングストップ層14、d2'層(第1リッジ形状層)15および第2リッジ形状層16の各層のバンドギャップを示している。ここで、バンドギャップの高低は、アルミニウムの組成比の高低に対応しており、アルミニウムの組成比が高いほどバンドギャップが高くなる。

例えば、n型クラッド層11のアルミニウムの組成比が0.65、p型クラッド層については、d2層13およびd2'層(第1リッジ形状層)15が0.70、第2リッジ形状層16が0.65となっている。即ち、n型クラッド層11とp型クラッド層17について、例えば、n型クラッド層11と第2リッジ形状層16のバンドギャップが低く、d2層13およびd2'層(第1リッジ形状層)15のバンドギャップが高いプロファイルである。

[0021] このように、本実施形態の半導体レーザにおいては、p型クラッド層(第2クラッド層)17のリッジ形状の部分(d2'層(第1リッジ形状層)15、第2リッジ形状層16)について、活性層12に近い側であってバンドギャップの高いd2'層(第1リッジ形状層)15と、活性層12から遠い側であってバンドギャップの低い第2リッジ形状層16を含む構成となっている。

[0022] また、p型クラッド層17のうちのd2層13およびd2'層(第1リッジ形状層)15の部分は、n型クラッド層11よりもバンドギャップが高い構造となっている。

また、アルミニウム組成比の高低は屈折率の高低に対応し、アルミニウム組成比が高いほど屈折率が低い。従って、例えば、n型クラッド層11と第2リッジ形状層16の屈折率が高く、d2層13およびd2'層(第1リッジ形状層)15の屈折率が低いプロファイルであり、即ち、d2'層(第1リッジ形状層)15が、p型クラッド層(第2クラッド層)17のリッジ形状の部分を除く部分であるd2層13と屈折率が等しい層からなる構成である。

[0023] 上記の本実施形態に係る半導体発光装置である半導体レーザは、p電極20とn電極21に所定の電圧を印加することで、レーザ光出射部から例えば650nm帯の波長

のレーザ光が基板と平行な方向に出射される。

上記の半導体レーザにおいて、リッジ深さや形状などの制御によって、インデックスガイドやセルフパルセーションタイプなどとすることも可能である。

[0024] 上記の本実施形態に係る半導体発光装置は、p型クラッド層（第2クラッド層）のリッジ形状部分に、バンドギャップの高い層と低い層が含まれている構造を有しており、これによって、第2クラッド層のリッジ形状部分に屈折率の低い層と高い層が含まれている構造として、発光する光のビームの形状に影響を与える屈折率プロファイルが調整可能となり、例えば、ヘテロ接合に垂直な方向の遠視野像光ビームの半値幅（ θ ）が小さくなり、ビームのアスペクト比を改善して、より円形なビームパターンを生成することができる。

[0025] 本実施形態の半導体レーザにおいては、d2'層（第1リッジ形状層）15のアルミニウムの組成比 X_1 について、 $0.60 \leq X_1 \leq 0.70$ とし、d2'層（第1リッジ形状層）15以外のリッジ形状の部分である第2リッジ形状層16のアルミニウムの組成比 X_2 について、 $X_2 \leq X_1$ とすることが好ましい。

このような構成とすることにより、アルミニウム組成比の高い層である、pクラッド（第2クラッド）のリッジ形状の部分を除く部分であるd2層13の膜厚を50～350nmに薄くすることができ、これによって、ヘテロ接合に平行な方向に過分に漏れている電流 I_{Lx} を減らすことができる。

上記のように、本実施形態の構造では、d2'層（第1リッジ形状層）15という低屈折率層と第2リッジ形状層16の高屈折率層とを含むようにリッジ部を構成することで、d2層13を50～350nmまで薄くしても、半導体レーザのしきい電流（しきいキャリア密度）を低減でき、従来から問題となっていた活性層からp側への電子のオーバーフローが抑制でき、微分効率、キンクレベルが改善される。

[0026] 本実施形態では、d2層13の薄さを補正するために、Al組成の高い層d2'層（第1リッジ形状層）15（ $0.60 \leq X_1 \leq 0.70$ ）を導入し、その厚みを50～400nmまで厚くできる。

理論的には、活性層12からあふれ出した電子はX-bandを経てd2層13を通過し、エッチングストップ層14で再結合する可能性があるが、実験的にこのd2'層（第1リ

リッジ形状層) 15の効果でしきい電流値の低下、温度特性の改善効果等が見られた。

- [0027] アルミニウム組成比の高い、d2'層(第1リッジ形状層) 15が形成されていない場合、上記の効果を狙って、pクラッド層(第2クラッド層)のリッジ形状の部分を除く部分であるd2層13を薄くしていくと、X-bandに所属する電子群がこのd2層を通り抜け、ドリフト電子として作用し、p型クラッド層に漏れていき、かえって温度特性の悪化を招く恐れがある(非特許文献2参照)。

図3は本実施形態においてドリフト電子を低減する効果を説明する模式図である。

本実施形態においては、p型クラッド層(第2クラッド層) 17のリッジ形状の部分について、バンドギャップの高いd2'層(第1リッジ形状層) 15と、バンドギャップの低い第2リッジ形状層16から構成しており、このd2'(第1リッジ形状層) 15は活性層12のSCH(Separate Confinement Hetero-structure)ガイド層に接して設けられてはおらず、d2層13とエッチングストップ層14を挟んでいるが、その厚みが増すに従ってこのドリフト電子を抑制する効果があることが実験的に確かめられている。

- [0028] AlGaInP系高出力レーザにおいて、そのキンクレベルを向上させるため、断面図を図2Aに示すようなリッジ形状RDの台形の下辺のストライプ幅を $2.5\mu\text{m}$ 以下に狭くする必要があった。しかしながら、リッジの形状を立たせることは技術的に難しく、下辺のストライプ幅を狭くするとリッジ台形の上辺が極端に狭くなるため高抵抗化という新たな問題が生じる不都合があった。

本実施形態に係る半導体レーザの構造では、図中のd2'層(第1リッジ形状層) 15が、その上方に形成されている第2リッジ形状層16よりも平均してAl組成が高いため、図中のリッジ形状を作製するウェットエッチング工程において、d2'層(第1リッジ形状層) 15に対するエッチング速度が第2リッジ形状層16に対するエッチング速度より大きくなる。

これにより、リッジ形状RDの下部でエッチングがより進むために、同じ上辺を作製した場合よりも下辺のストライプ幅を約 $0.2\mu\text{m}$ 狭くすることができる。すなわち、従来よりもリッジ形状を立たせることができるため、キンクレベルが向上する。

- [0029] 上記の理由から、d2層13の膜厚は50～350nm程度であることが好ましい。350nmを越えるとヘテロ接合に平行な方向に過分に漏れている電流 I_{Lx} が大きくなるので

好ましくない。

また、d2層13とd2'層(第1リッジ形状層)15の膜厚の和が750nm以下であることが好ましい。750nmを越えるとビームの $\theta \perp$ が悪化してしまう。

また、d2'層(第1リッジ形状層)15の膜厚が50～400nm程度であることが好ましく、これは上記のようにd2層13とd2'層(第1リッジ形状層)15の膜厚の和が750nmを越えないようにするためである。

[0030] (実施例1)

上記の本実施形態に従って、実施例として図2に示す構成の半導体レーザを作成し、一方、比較例として図1に示す構成の半導体レーザを作成し、両半導体レーザについてしきい電流を測定した。

結果を図4に示す。

実施例の半導体レーザの方が、比較例よりも低いしきい電流が得られた。

[0031] (実施例2)

実施例1と同様にして、実施例の半導体レーザと比較例の半導体レーザを作成し、両半導体レーザについてヘテロ接合に垂直な方向の遠視野像を観測し、 $\theta \perp$ を測定した。

結果を図5に示す。

実施例の半導体レーザの方が、比較例よりも小さい $\theta \perp$ の値が得られた。

[0032] (実施例3)

実施例1と同様にして、実施例の半導体レーザと比較例の半導体レーザを作成し、両半導体レーザについて微分効率を測定した。

結果を図6に示す。

実施例の半導体レーザの方が、比較例よりも大きい微分効率の値が得られた。

[0033] (実施例4)

実施例1と同様にして、実施例の半導体レーザと比較例の半導体レーザを作成し、両半導体レーザについてキンクレベル(100ns, 70°C)を測定した。

結果を図7に示す。

実施例の半導体レーザは、比較例と比べてキンクレベルが改善した。

[0034] (実施例5)

実施例1と同様にして、実施例の半導体レーザと比較例の半導体レーザを作成し、両半導体レーザについて、L-I曲線の微分係数の減少率KSE_pとX方向の光の閉じこめの目安である遠視野像の半値幅 θ // を測定した。KSE_pは、その値が大きくなるとL-Iの屈曲度が大きい(キンク発生)ことを示すものである。

図8は微分係数の減少率KSE_pを遠視野像の半値幅 θ //(出力5mW)に対してプロットした図である。

比較例では、遠視野像の半値幅 θ // が大きいとホールバーニング効果に伴い、キンクが生じ易い。

実施例では、遠視野像の半値幅 θ // を大きくしてもキンクレベルが悪化することはない。

このことは、上述のようにビームのアスペクト比を改善して、より円形なビームパターンを生成することにも寄与し、光ディスク応用上重要な貢献度を持つ。

[0035] (実施例6)

実施例1と同様にして、実施例の半導体レーザと比較例の半導体レーザを作成し、両半導体レーザについて高温動作時の動作電流値を測定した。

実施例の半導体レーザの方が、比較例よりも小さい高温動作時の動作電流値の値が得られた。

[0036] 上記の本実施形態に係る半導体レーザの製造方法について説明する。

例えば有機金属気相エピタキシャル成長法(MOVPE)などのエピタキシャル成長法により、n型基板10上に、不図示のバッファ層、AlGaInP層からなるn型クラッド層(第1クラッド層)11、活性層12、AlGaInP層からなるd2層13、GaInP層からなるエッチングストップ層14、AlGaInP層からなるd2'層(第1リッジ形状層)15、AlGaInP層からなる第2リッジ形状層16、GaAs層からなるp型キャップ層18を順に積層させる。ここで、d2層13から第2リッジ形状層16までがp型クラッド層(第2クラッド層)17となる。

ここで、例えばn型クラッド層11のアルミニウムの組成比は0.65、p型クラッド層については、d2層13とd2'層(第1リッジ形状層)15は0.70、第2リッジ形状層16は0.

65として、成膜する。

即ち、p型クラッド層（第2クラッド層）17を形成する工程において、d2'層（第1リッジ形状層）15として第2クラッド層のリッジ形状の部分を除く部分（d2層13）と屈折率が等しい層を形成する。

[0037] 次に、レジスト膜をパターン形成して電流注入領域となる部分を保護し、エッチングストップ層14で停止するエッチング処理を行い、電流狭窄構造となるp型キャップ層18の表面からd2'層（第1リッジ形状層）15までのリッジ（凸）形状RDを形成する。

次に、例えば全面にAlInPなどを堆積して電流ブロック層19を形成し、p型キャップ層18を露出させるようにコンタクト開口する。

次に、p型キャップ層18に接続するように、Ti/Pt/Auなどのp電極20を形成し、一方、n型基板10に接続するように、AuGe/Ni/Auなどのn電極21を形成する。

以降は、ペレタイズ工程を経て、図2Aに示すような所望の半導体レーザとすることができる。

[0038] 本実施形態の半導体発光装置の製造方法は、第2クラッド層のリッジ形状部分に、バンドギャップの高い層と低い層が含まれるように形成するので、第2クラッド層のリッジ形状部分に屈折率の低い層と高い層が含まれている構造として、発光する光のビームの形状に影響を与える屈折率プロファイルを調整することができ、ビームのアスペクト比を改善して円形に近づけることができる。

[0039] 上記の実施形態については、AlGaInP系の半導体発光装置に対して説明しているが、これに限らず、AlGaN系の半導体発光装置にも本実施形態は適用できる。

層構成や構造はAlGaInP系の図2Aと同様とすることができ、この場合、d2'層（第1リッジ形状層）のアルミニウムの組成比X1を $0.05 \leq X1 \leq 0.20$ とし、第2リッジ形状層などのd2'層（第1リッジ形状層）以外の層のアルミニウムの組成比X2を $X2 \leq X1$ とすることが好ましい。これにより、AlGaInP系の半導体発光装置の場合と同様の効果を得ることができる。

[0040] 第2実施形態

図9Aは本実施形態に係る半導体発光装置である半導体レーザの断面図である。

本実施形態に係る半導体レーザは、第1実施形態と同様の構成を有しており、例え

ば、n型基板10上に、不図示のn型バッファ層を介して、AlGaInP層からなるn型クラッド層(第1クラッド層)11、多重量子井戸構造を有する活性層12、AlGaInP層からなるd2層13、GaInP層からなるエッチングストップ層14、AlGaInP層からなるd2'層(第1リッジ形状層)15、AlGaInP層からなる第2リッジ形状層16が積層しており、d2層13から第2リッジ形状層16までがp型クラッド層(第2クラッド層)17となる。さらに、第2リッジ形状層16上にGaAs層からなるp型キャップ層18が形成されている。

また、p型キャップ層18の表面からAlGaInP層15までがリッジ(凸)形状RDに加工されて、電流狭窄構造となるストライプを形成しており、リッジ形状RDの両側には、例えばAlInPなどからなる電流ブロック層19が形成されている。

また、p型キャップ層18に接続してp電極20が形成され、n型基板10に接続してn電極21が形成されている。

[0041] 図9Bは図9A中の x_1-x_2 に沿った断面でのバンドギャッププロファイルである。

n型クラッド層11、活性層12、d2層13、エッチングストップ層14、d2'層(第1リッジ形状層)15および第2リッジ形状層16の各層のバンドギャップを示している。ここで、バンドギャップの高低は、アルミニウムの組成比の高低に対応しており、アルミニウムの組成比が高いほどバンドギャップが高くなる。

[0042] 本実施形態の半導体レーザにおいては、d2層13のアルミニウム組成比 X_0 、d2'層(第1リッジ形状層)15のアルミニウムの組成比 X_1 、及びd2'層(第1リッジ形状層)15以外のリッジ形状の部分である第2リッジ形状層16のアルミニウムの組成比 X_2 について、 $X_2 < X_0 < X_1$ とする。n型クラッド層11のアルミニウムの組成比は第2リッジ形状層16のアルミニウムの組成比 X_2 と等しくする。

例えば、n型クラッド層11のアルミニウムの組成比が0.65、p型クラッド層については、d2層13が0.68、d2'層(第1リッジ形状層)15が0.75~0.80、第2リッジ形状層16が0.65となっている。

[0043] 即ち、n型クラッド層11とp型クラッド層17について、例えば、n型クラッド層11と第2リッジ形状層16のバンドギャップが低く、d2層13のバンドギャップが高く、d2'層(第1リッジ形状層)15のバンドギャップがさらに高いプロファイルである。

[0044] 本実施形態の半導体レーザは、p型クラッド層(第2クラッド層)17のリッジ形状の部

分(d2'層(第1リッジ形状層)15、第2リッジ形状層16)について、活性層12に近い側であってバンドギャップの高いd2'層(第1リッジ形状層)15と、活性層12から遠い側であってバンドギャップの低い第2リッジ形状層16を含む構成となっている。

また、p型クラッド層17のうちのd2層13およびd2'層(第1リッジ形状層)15の部分は、n型クラッド層11よりもバンドギャップが高い構造となっている。

[0045] また、屈折率の高低もアルミニウムの組成比の高低に対応しており、アルミニウムの組成比が高いほど屈折率が低くなる。

従って、上記のアルミニウム組成プロファイルでは、n型クラッド層11とp型クラッド層17について、n型クラッド層11と第2リッジ形状層16の屈折率が高く、d2層13の屈折率が低く、d2'層(第1リッジ形状層)15の屈折率がさらに低い屈折率プロファイルとなる。

従って、d2'層(第1リッジ形状層)15が、p型クラッド層(第2クラッド層)17のリッジ形状の部分を除く部分であるd2層13よりも屈折率が低い層からなる構成である。

[0046] 上記を除いては、本実施形態の半導体レーザは実質的に第1実施形態と同様である。

[0047] 上記の本実施形態に係る半導体発光装置である半導体レーザは、p電極20とn電極21に所定の電圧を印加することで、レーザ光出射部から例えば650nm帯の波長のレーザ光が基板と平行な方向に出射される。

上記の半導体レーザにおいて、リッジ深さや形状などの制御によって、インデックスガイドやセルフパルセーションタイプなどとすることも可能である。

[0048] 上記の本実施形態に係る半導体発光装置は、p型クラッド層(第2クラッド層)のリッジ形状部分に、バンドギャップの高い層と低い層が含まれている構造を有しており、これによって、第2クラッド層のリッジ形状部分に屈折率の低い層と高い層が含まれている構造として、発光する光のビームの形状に影響を与える屈折率プロファイルが調整可能となり、例えば、ヘテロ接合に垂直な方向の遠視野像光ビームの半値幅(θ 上)が小さくなり、ビームのアスペクト比を改善して、より円形なビームパターンを生成することができる。

[0049] 特に、上記のように、n型クラッド層11と第2リッジ形状層16の屈折率が高く、d2層1

3の屈折率が低く、d2'層(第1リッジ形状層)15の屈折率がさらに低い屈折率プロファイルとすると、レーザ縦方向の光分布をより高い自由度で設計でき、第2リッジ形状層16のアルミニウム組成とd2層13及びd2'層(第1リッジ形状層)15の膜厚を調整する他に、d2層13及びd2'層(第1リッジ形状層)15のアルミニウム組成を調整することにより、光分布を適正化し、出射するレーザ光のスポットをより真円に近づけることができる。

[0050] 本実施形態に係る半導体レーザにおいても、第1実施形態と同様に、d2層13の膜厚を50～350nm程度とし、d2'層(第1リッジ形状層)15の膜厚を50～400nm程度とすること、また、d2層13とd2'層(第1リッジ形状層)15の膜厚の和を750nm以下とすることが好ましい。

[0051] 本実施形態に係る半導体レーザは、d2'層(第1リッジ形状層)15のアルミニウム組成を第1実施形態よりもさらに高めた構成とすることができる。ここで、アルミニウム組成が高いほどリッジ形状に加工する際のエッチングレートが速くなるので、エッチングストップ層14とのエッチングレート比をより増加させることができ、リッジ形状に加工するときに第1実施形態よりもリッジ形状を立たせることができるため、キンクレベルが向上する。また、クラッドのウェハ面内でのエッチングムラを抑制できる。

[0052] 本実施形態に係る半導体レーザは、第2クラッド層を形成する工程において、第1リッジ形状層として第2クラッド層のリッジ形状の部分を除く部分よりも屈折率が低い層を形成することにより、第1実施形態と同様にして製造できる。

[0053] 本発明は上記の説明に限定されない。

例えば、AlGaInP系およびAlGaInN系の半導体発光装置の他、AlGaAs系の半導体発光装置にも適用可能である。

その他、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の変更を行うことが可能である。

産業上の利用可能性

[0054] 本発明の半導体発光装置は、CDやDVD、さらには次世代光ディスク装置の光学ピックアップ装置の光源や、その他の機器の光源などとして、様々な分野に適用できる。

[0055] 本発明の半導体発光装置の製造方法は、CDやDVD、さらには次世代光ディスク

装置の光学ピックアップ装置の光源や、その他の機器の光源などを製造する方法として適用できる。

請求の範囲

- [1] 基板と、
前記基板に形成された第1導電型の第1クラッド層と、
前記第1クラッド層上に形成された活性層と、
前記活性層上に形成され、一部が電流狭窄構造としてリッジ形状となっている第2導電型の第2クラッド層と
を有し、
前記リッジ形状の部分の前記第2クラッド層が、前記活性層に近い側であってバンドギャップの高い第1リッジ形状層と、活性層から遠い側であってバンドギャップの低い第2リッジ形状層を含む
半導体発光装置。
- [2] 前記第1リッジ形状層と前記第2リッジ形状層は、それぞれアルミニウムの組成比の高い層と低い層である
請求項1に記載の半導体発光装置。
- [3] 前記第1リッジ形状層のアルミニウムの組成比 X_1 が $0.60 \leq X_1 \leq 0.70$ であり、
前記第2リッジ形状層のアルミニウムの組成比 X_2 が $X_2 \leq X_1$ である
請求項2に記載の半導体発光装置。
- [4] 前記第1リッジ形状層のアルミニウムの組成比 X_1 が 0.70 であり、
前記第2リッジ形状層のアルミニウムの組成比 X_2 が 0.65 である
請求項2に記載の半導体発光装置。
- [5] 前記第1リッジ形状層の膜厚が $50 \sim 400\text{nm}$ である
請求項1に記載の半導体発光装置。
- [6] 前記第2クラッド層の前記リッジ形状の部分を除く部分の膜厚と前記第1リッジ形状層の膜厚の和が 750nm 以下である
請求項1に記載の半導体発光装置。
- [7] 前記第2クラッド層の前記リッジ形状の部分を除く部分と前記第1リッジ形状層の界面にエッチングストップ層が形成されている
請求項1に記載の半導体発光装置。

- [8] 前記第1クラッド層、前記活性層、前記第2クラッド層が、AlGaInP系材料から構成されている
請求項1に記載の半導体発光装置。
- [9] 前記第1クラッド層、前記活性層、前記第2クラッド層が、AlGaIn系材料から構成されている
請求項1に記載の半導体発光装置。
- [10] 前記第1リッジ形状層が前記第2クラッド層の前記リッジ形状の部分を除く部分と屈折率が等しい層からなる
請求項1に記載の半導体発光装置。
- [11] 前記第1リッジ形状層が前記第2クラッド層の前記リッジ形状の部分を除く部分よりも屈折率が低い層からなる
請求項1に記載の半導体発光装置。
- [12] 前記第2クラッド層の前記リッジ形状の部分を除く部分のアルミニウム組成比が0.68であり、
前記第1リッジ形状層のアルミニウム組成比が0.75～0.80である
請求項11に記載の半導体発光装置。
- [13] 基板に、エピタキシャル成長法により、少なくとも第1導電型の第1クラッド層、活性層および第2導電型の第2クラッド層を積層して形成する工程と、
前記第2クラッド層の一部を電流狭窄構造としてリッジ形状に加工する工程とを有し、
前記第2クラッド層を形成する工程において、前記リッジ形状となる部分が、前記活性層に近い側であってバンドギャップの高い第1リッジ形状層と、活性層から遠い側であってバンドギャップの低い第2リッジ形状層を含むように形成する
半導体発光装置の製造方法。
- [14] 前記第2クラッド層を形成する工程において、前記第1リッジ形状層と前記第2リッジ形状層として、それぞれアルミニウムの組成比の高い層と低い層として形成する
請求項13に記載の半導体発光装置の製造方法。
- [15] 前記第2クラッド層を形成する工程において、前記第1リッジ形状層としてアルミニウ

ムの組成比 X_1 が $0.60 \leq X_1 \leq 0.70$ の層として形成し、前記第2リッジ形状層としてアルミニウムの組成比 X_2 が $X_2 \leq X_1$ の層として形成する

請求項14に記載の半導体発光装置の製造方法。

- [16] 前記第2クラッド層を形成する工程において、前記第1リッジ形状層としてアルミニウムの組成比 X_1 が 0.70 の層として形成し、前記第2リッジ形状層としてアルミニウムの組成比 X_2 が 0.65 の層として形成する

請求項14に記載の半導体発光装置の製造方法。

- [17] 前記第2クラッド層を形成する工程において、前記第1リッジ形状層の膜厚を $50 \sim 400$ nmとして形成する

請求項13に記載の半導体発光装置の製造方法。

- [18] 前記第2クラッド層を形成する工程において、前記第2クラッド層の前記リッジ形状の部分を除く部分の膜厚と前記第1リッジ形状層の膜厚の和を 750 nm以下として形成する

請求項13に記載の半導体発光装置の製造方法。

- [19] 前記第2クラッド層を形成する工程において、前記第2クラッド層の前記リッジ形状の部分を除く部分と前記第1リッジ形状層の界面にエッチングストップ層を形成する

請求項13に記載の半導体発光装置の製造方法。

- [20] 前記第2クラッド層の一部を電流狭窄構造としてリッジ形状に加工する工程において、前記エッチングストップ層で停止するエッチングにより前記第2クラッド層の一部をリッジ形状に加工する

請求項19に記載の半導体発光装置の製造方法。

- [21] 前記第1クラッド層、前記活性層、前記第2クラッド層を、AlGaInP系材料から形成する

請求項13に記載の半導体発光装置の製造方法。

- [22] 前記第1クラッド層、前記活性層、前記第2クラッド層を、AlGaN系材料から形成する

請求項13に記載の半導体発光装置の製造方法。

- [23] 前記第2クラッド層を形成する工程において、前記第1リッジ形状層として前記第2

クラッド層の前記リッジ形状の部分を除く部分と屈折率が等しい層を形成する
請求項13に記載の半導体発光装置の製造方法。

- [24] 前記第2クラッド層を形成する工程において、前記第1リッジ形状層として前記第2クラッド層の前記リッジ形状の部分を除く部分がよりも屈折率が低い層を形成する
請求項13に記載の半導体発光装置の製造方法。

- [25] 前記第2クラッド層を形成する工程において、前記第2クラッド層の前記リッジ形状の部分を除く部分としてアルミニウム組成比が0.68の層を形成し、前記第1リッジ形状層としてアルミニウム組成比が0.75～0.80の層を形成する
請求項24に記載の半導体発光装置の製造方法。

補正書の請求の範囲

[2005年9月26日(26.09.2005)国際事務局受理:出願当初の請求の範囲1は補正された;新しい請求の範囲13、14、28及び29が加えられた;出願当初の請求の範囲13-25は補正された請求の範囲15-27に置き換えられた;他の請求の範囲は変更なし。(6頁)]

- [1] (補正後)基板と、
前記基板に形成された第1導電型の第1クラッド層と、
前記第1クラッド層上に形成された活性層と、
前記活性層上に形成され、一部が電流狭窄構造としてリッジ形状となっている第2導電型の第2クラッド層と
を有し、
前記リッジ形状の部分の前記第2クラッド層が、前記活性層に近い側である第1リッジ形状層と、活性層から遠い側である第2リッジ形状層を含み、
前記第1クラッド層と前記第2リッジ形状層のバンドギャップが、前記第2クラッド層の前記リッジ形状の部分を除く部分および前記第1リッジ形状層のバンドギャップより低いプロファイルである
半導体発光装置。
- [2] 前記第1リッジ形状層と前記第2リッジ形状層は、それぞれアルミニウムの組成比の高い層と低い層である
請求項1に記載の半導体発光装置。
- [3] 前記第1リッジ形状層のアルミニウムの組成比 X_1 が $0.60 \leq X_1 \leq 0.70$ であり、
前記第2リッジ形状層のアルミニウムの組成比 X_2 が $X_2 \leq X_1$ である
請求項2に記載の半導体発光装置。
- [4] 前記第1リッジ形状層のアルミニウムの組成比 X_1 が 0.70 であり、
前記第2リッジ形状層のアルミニウムの組成比 X_2 が 0.65 である
請求項2に記載の半導体発光装置。
- [5] 前記第1リッジ形状層の膜厚が $50 \sim 400\text{nm}$ である
請求項1に記載の半導体発光装置。
- [6] 前記第2クラッド層の前記リッジ形状の部分を除く部分の膜厚と前記第1リッジ形状層の膜厚の和が 750nm 以下である
請求項1に記載の半導体発光装置。
- [7] 前記第2クラッド層の前記リッジ形状の部分を除く部分と前記第1リッジ形状層の界

補正された用紙(条約第19条)

面にエッチングストップ層が形成されている

請求項1に記載の半導体発光装置。

- [8] 前記第1クラッド層、前記活性層、前記第2クラッド層が、AlGaInP系材料から構成されている

請求項1に記載の半導体発光装置。

- [9] 前記第1クラッド層、前記活性層、前記第2クラッド層が、AlGaN系材料から構成されている

請求項1に記載の半導体発光装置。

- [10] 前記第1リッジ形状層が前記第2クラッド層の前記リッジ形状の部分を除く部分と屈折率が等しい層からなる

請求項1に記載の半導体発光装置。

- [11] 前記第1リッジ形状層が前記第2クラッド層の前記リッジ形状の部分を除く部分よりも屈折率が低い層からなる

請求項1に記載の半導体発光装置。

- [12] 前記第2クラッド層の前記リッジ形状の部分を除く部分のアルミニウム組成比が0.68であり、

前記第1リッジ形状層のアルミニウム組成比が0.75～0.80である

請求項11に記載の半導体発光装置。

- [13] (追加) 基板と、
前記基板に形成された第1導電型の第1クラッド層と、
前記第1クラッド層上に形成された活性層と、
前記活性層上に形成され、一部が電流狭窄構造としてリッジ形状となっている第2導電型の第2クラッド層と
を有し、
前記リッジ形状の部分の前記第2クラッド層が、前記活性層に近い側である第1リッジ形状層と、活性層から遠い側である第2リッジ形状層を含み、
前記第2リッジ形状層のバンドギャップが、前記第2クラッド層の前記リッジ形状の部分を除く部分および前記第1リッジ形状層のバンドギャップより低いプロファイルであり

、
前記第2クラッド層の前記リッジ形状の部分を除く部分と前記第1リッジ形状層の界面にエッチングストップ層が形成されている

半導体発光装置。

- [14] (追加) 基板と、
前記基板に形成された第1導電型の第1クラッド層と、
前記第1クラッド層上に形成された活性層と、
前記活性層上に形成され、一部が電流狭窄構造としてリッジ形状となっている第2導電型の第2クラッド層と
を有し、
前記リッジ形状の部分の前記第2クラッド層が、前記活性層に近い側である第1リッジ形状層と、活性層から遠い側である第2リッジ形状層を含み、
前記第2リッジ形状層のバンドギャップが、前記第2クラッド層の前記リッジ形状の部分を除く部分および前記第1リッジ形状層のバンドギャップより低いプロファイルであり、
、
前記第1クラッド層、前記活性層、前記第2クラッド層が、AlGaInP系材料から構成されている

半導体発光装置。

- [15] (補正後) 基板に、エピタキシャル成長法により、少なくとも第1導電型の第1クラッド層、活性層および第2導電型の第2クラッド層を積層して形成する工程と、
前記第2クラッド層の一部を電流狭窄構造としてリッジ形状に加工する工程と
を有し、
前記第2クラッド層を形成する工程において、前記リッジ形状となる部分が、前記活性層に近い側である第1リッジ形状層と、活性層から遠い側である第2リッジ形状層を含むように形成し、
前記第1クラッド層を形成する工程および前記第2クラッド層を形成する工程において、前記第1クラッド層と前記第2リッジ形状層のバンドギャップが、前記第2クラッド層の前記リッジ形状の部分を除く部分および前記第1リッジ形状層のバンドギャップより

低いプロファイルとなるように形成する

半導体発光装置の製造方法。

- [16] (補正後)前記第2クラッド層を形成する工程において、前記第1リッジ形状層と前記第2リッジ形状層として、それぞれアルミニウムの組成比の高い層と低い層として形成する

請求項15に記載の半導体発光装置の製造方法。

- [17] (補正後)前記第2クラッド層を形成する工程において、前記第1リッジ形状層としてアルミニウムの組成比 X_1 が $0.60 \leq X_1 \leq 0.70$ の層として形成し、前記第2リッジ形状層としてアルミニウムの組成比 X_2 が $X_2 \leq X_1$ の層として形成する

請求項16に記載の半導体発光装置の製造方法。

- [18] (補正後)前記第2クラッド層を形成する工程において、前記第1リッジ形状層としてアルミニウムの組成比 X_1 が 0.70 の層として形成し、前記第2リッジ形状層としてアルミニウムの組成比 X_2 が 0.65 の層として形成する

請求項16に記載の半導体発光装置の製造方法。

- [19] (補正後)前記第2クラッド層を形成する工程において、前記第1リッジ形状層の膜厚を $50 \sim 400\text{nm}$ として形成する

請求項15に記載の半導体発光装置の製造方法。

- [20] (補正後)前記第2クラッド層を形成する工程において、前記第2クラッド層の前記リッジ形状の部分を除く部分の膜厚と前記第1リッジ形状層の膜厚の和を 750nm 以下として形成する

請求項15に記載の半導体発光装置の製造方法。

- [21] (補正後)前記第2クラッド層を形成する工程が、前記第2クラッド層の前記リッジ形状の部分を除く部分と前記第1リッジ形状層の界面にエッチングストップ層を形成する工程を含む

請求項15に記載の半導体発光装置の製造方法。

- [22] (補正後)前記第2クラッド層の一部を電流狭窄構造としてリッジ形状に加工する工程において、前記エッチングストップ層で停止するエッチングにより前記第2クラッド層の一部をリッジ形状に加工する

請求項21に記載の半導体発光装置の製造方法。

- [23] (補正後)前記第1クラッド層、前記活性層、前記第2クラッド層を、AlGaInP系材料から形成する

請求項15に記載の半導体発光装置の製造方法。

- [24] (補正後)前記第1クラッド層、前記活性層、前記第2クラッド層を、AlGaN系材料から形成する

請求項15に記載の半導体発光装置の製造方法。

- [25] (補正後)前記第2クラッド層を形成する工程において、前記第1リッジ形状層として前記第2クラッド層の前記リッジ形状の部分を除く部分と屈折率が等しい層を形成する

請求項15に記載の半導体発光装置の製造方法。

- [26] (補正後)前記第2クラッド層を形成する工程において、前記第1リッジ形状層として前記第2クラッド層の前記リッジ形状の部分を除く部分がよりも屈折率が低い層を形成する

請求項15に記載の半導体発光装置の製造方法。

- [27] (補正後)前記第2クラッド層を形成する工程において、前記第2クラッド層の前記リッジ形状の部分を除く部分としてアルミニウム組成比が0.68の層を形成し、前記第1リッジ形状層としてアルミニウム組成比が0.75～0.80の層を形成する

請求項26に記載の半導体発光装置の製造方法。

- [28] (追加)基板に、エピタキシャル成長法により、少なくとも第1導電型の第1クラッド層、活性層および第2導電型の第2クラッド層を積層して形成する工程と、

前記第2クラッド層の一部を電流狭窄構造としてリッジ形状に加工する工程とを有し、

前記第2クラッド層を形成する工程において、前記リッジ形状となる部分が、前記活性層に近い側である第1リッジ形状層と、活性層から遠い側である第2リッジ形状層を含み、かつ、前記第2リッジ形状層のバンドギャップが、前記第2クラッド層の前記リッジ形状の部分を除く部分および前記第1リッジ形状層のバンドギャップより低いプロファイルとなるように形成し、

前記第2クラッド層を形成する工程が、前記第2クラッド層の前記リッジ形状の部分を除く部分と前記第1リッジ形状層の界面にエッチングストップ層を形成する工程を含む

半導体発光装置の製造方法。

- [29] (追加) 基板に、エピタキシャル成長法により、少なくとも第1導電型の第1クラッド層、活性層および第2導電型の第2クラッド層を積層して形成する工程と、
前記第2クラッド層の一部を電流狭窄構造としてリッジ形状に加工する工程とを有し、

前記第2クラッド層を形成する工程において、前記リッジ形状となる部分が、前記活性層に近い側である第1リッジ形状層と、活性層から遠い側である第2リッジ形状層を含み、かつ、前記第2リッジ形状層のバンドギャップが、前記第2クラッド層の前記リッジ形状の部分を除く部分および前記第1リッジ形状層のバンドギャップより低いプロファイルとなるように形成し、

前記第1クラッド層、前記活性層、前記第2クラッド層を、AlGaInP系材料から形成する

半導体発光装置の製造方法。

条約第19条(1)に基づく説明書

引用文献の提示にもとづく、権利化方向の見直しを行い、基礎出願に記載の範囲で、請求の範囲第1項において、「前記リッジ形状の部分の前記第2クラッド層が、前記活性層に近い側であってバンドギャップの高い第1リッジ形状層と、活性層から遠い側であってバンドギャップの低い第2リッジ形状層を含む」との記載を「前記リッジ形状の部分の前記第2クラッド層が、前記活性層に近い側である第1リッジ形状層と、活性層から遠い側である第2リッジ形状層を含み、前記第1クラッド層と前記第2リッジ形状層のバンドギャップが、前記第2クラッド層の前記リッジ形状の部分を除く部分および前記第1リッジ形状層のバンドギャップより低いプロファイルである」に補正し、また、第13項及び第14項を追加した。また、補正前の第13項～第25項を第15項～第27項に番号を変更するとともに、補正後の第15項において、「前記第2クラッド層を形成する工程において、前記リッジ形状となる部分が、前記活性層に近い側であってバンドギャップの高い第1リッジ形状層と、活性層から遠い側であってバンドギャップの低い第2リッジ形状層を含むように形成する」との記載を「前記第2クラッド層を形成する工程において、前記リッジ形状となる部分が、前記活性層に近い側である第1リッジ形状層と、活性層から遠い側である第2リッジ形状層を含むように形成し、前記第1クラッド層を形成する工程および前記第2クラッド層を形成する工程において、前記第1クラッド層と前記第2リッジ形状層のバンドギャップが、前記第2クラッド層の前記リッジ形状の部分を除く部分および前記第1リッジ形状層のバンドギャップより低いプロファイルとなるように形成する」に補正し、また、第28項及び第29項を追加した。

[図1]

FIG. 1A

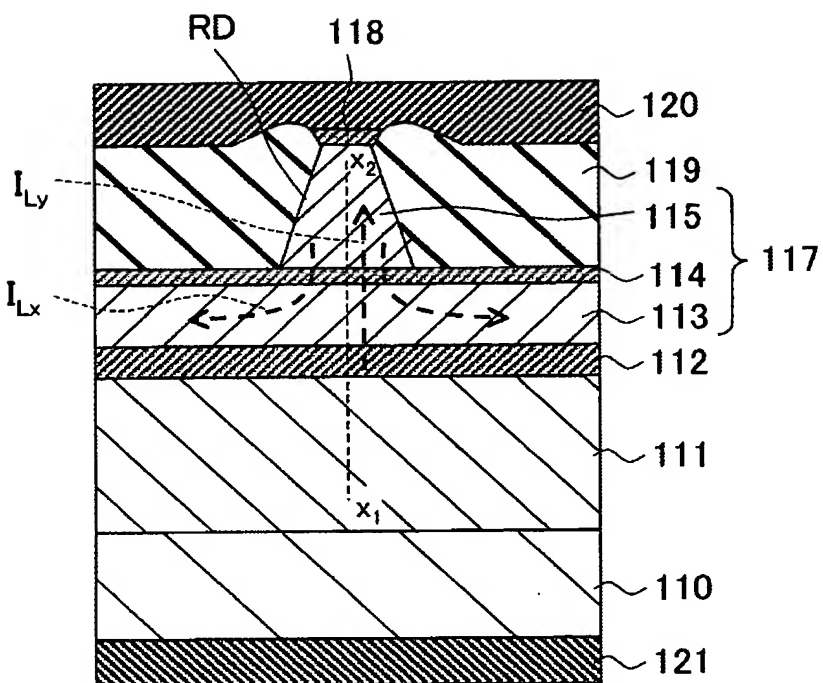
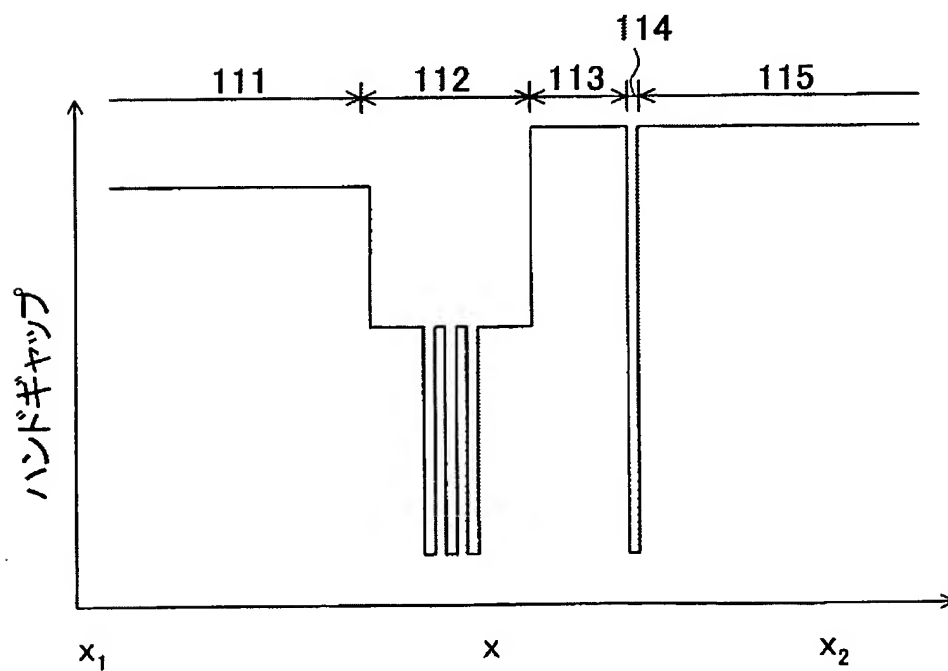


FIG. 1B



[図2]

FIG. 2A

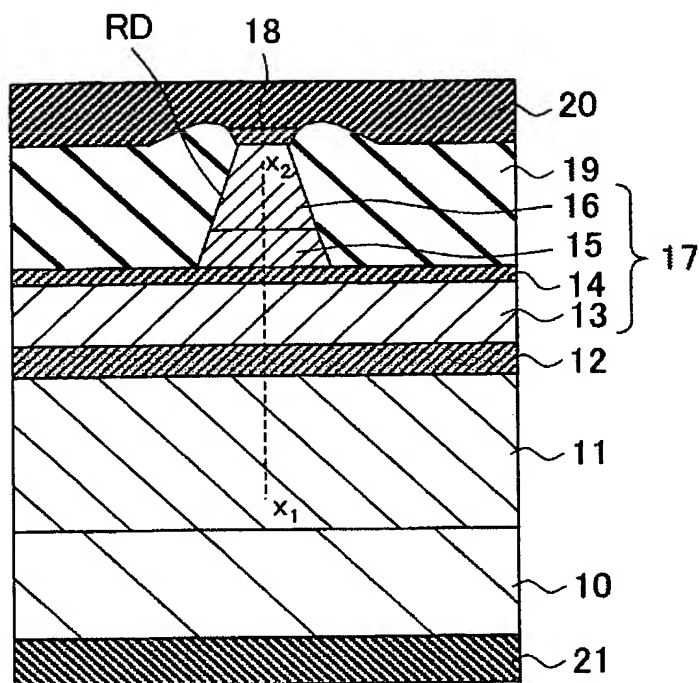
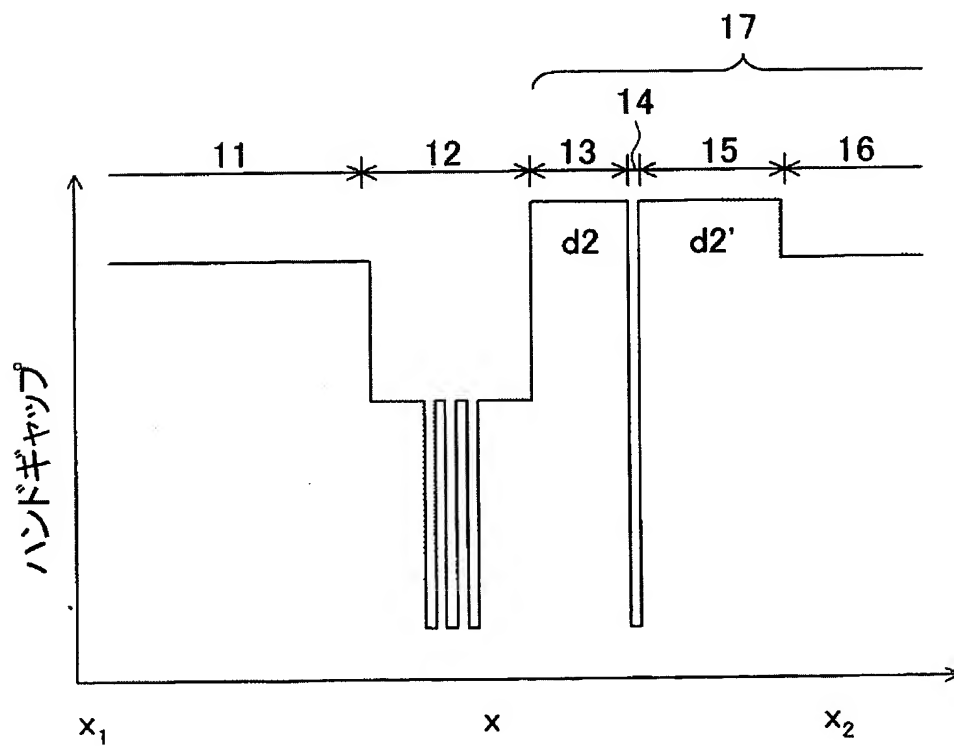
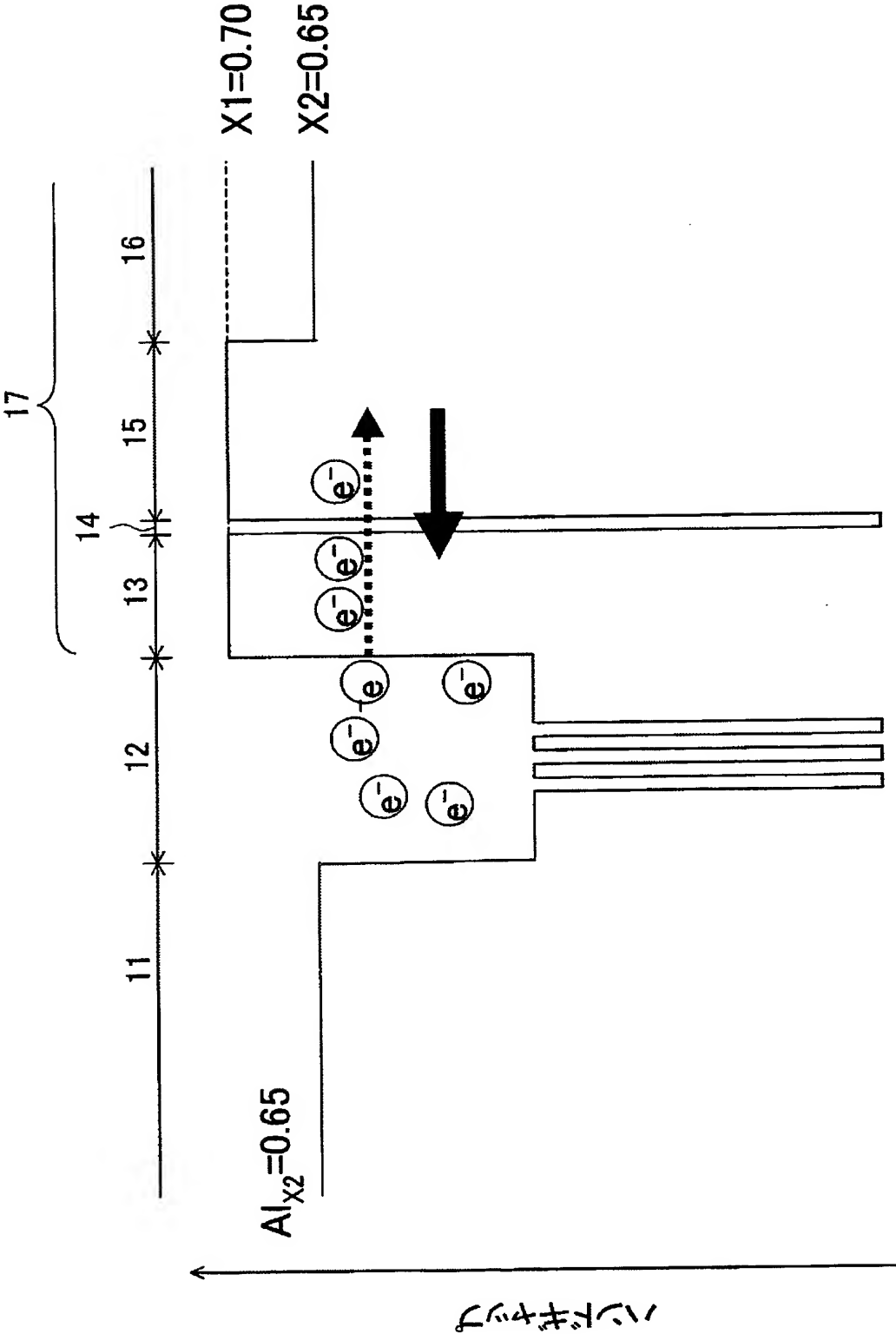


FIG. 2B



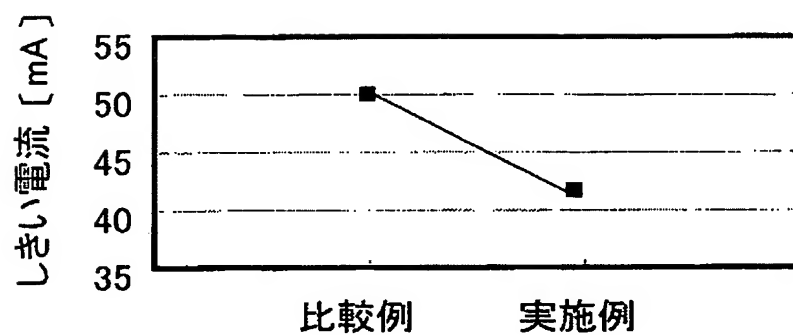
[図3]

FIG. 3



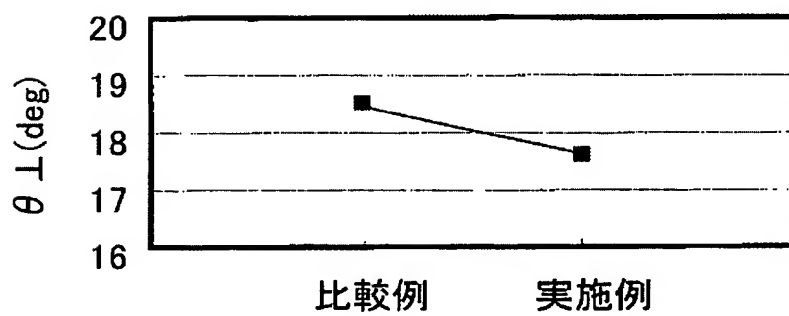
[図4]

FIG. 4



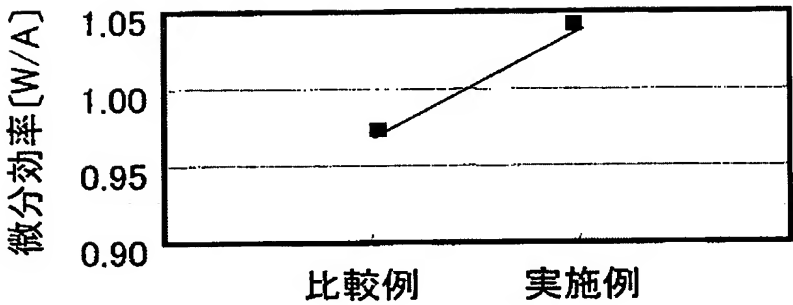
[図5]

FIG. 5



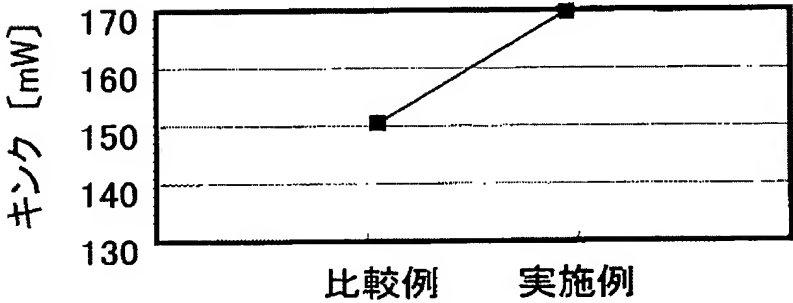
[図6]

FIG. 6



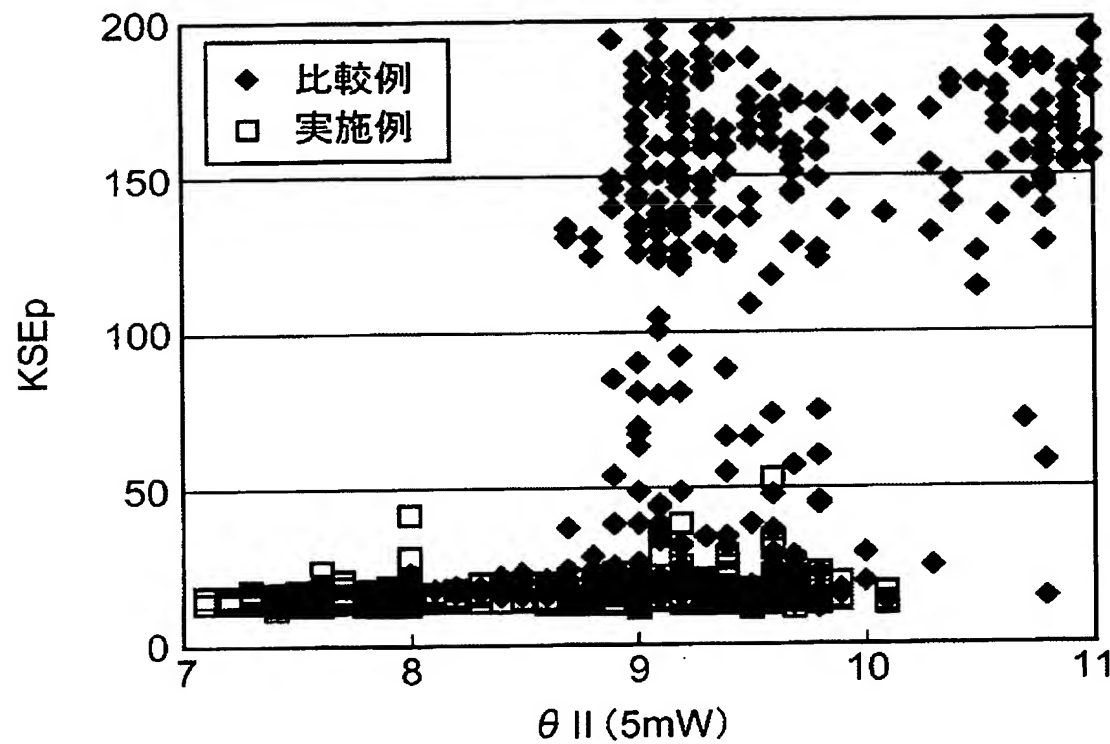
[図7]

FIG. 7



[図8]

FIG. 8



[図9]

FIG. 9A

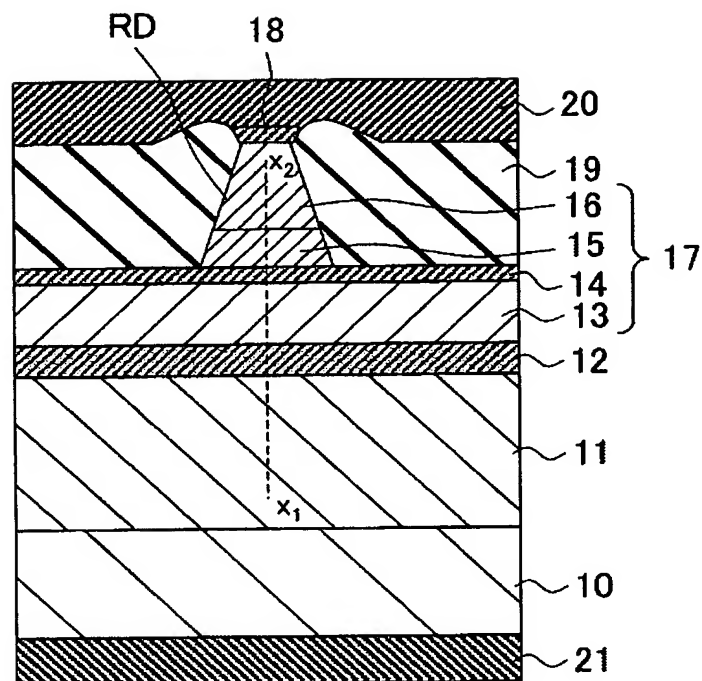
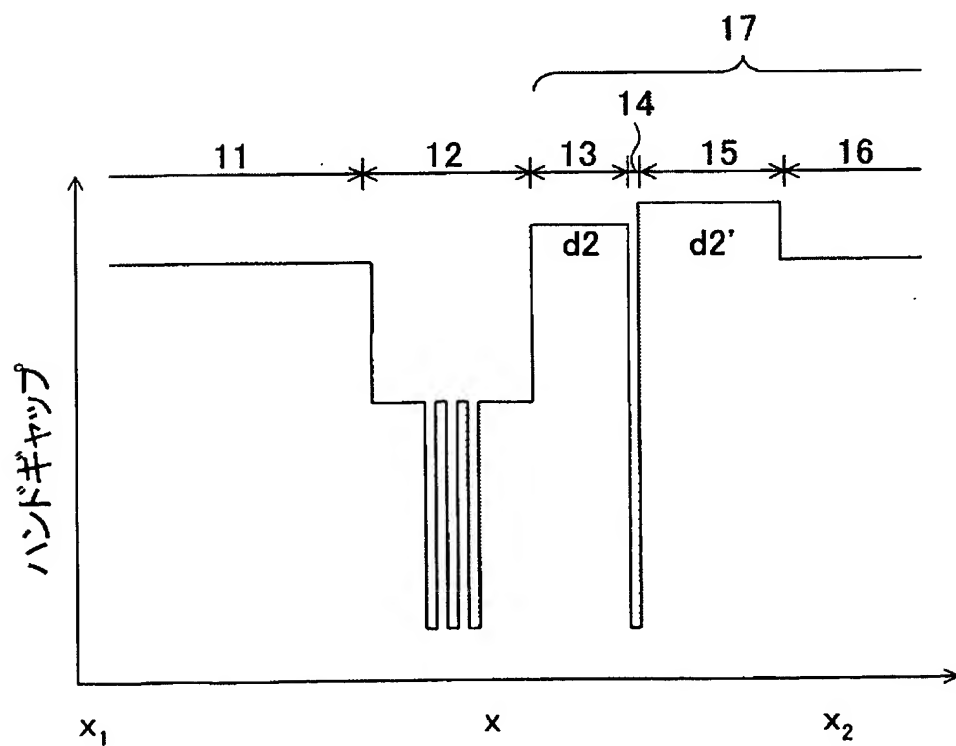


FIG. 9B



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/010928

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl.⁷ H01S5/22, 5/323

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl.⁷ H01S5/22-5/347

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2005	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 11-251678 A (Sanyo Electric Co., Ltd., Tottori Sanyo Electric Co., Ltd.), 17 September, 1999 (17.09.99), Par. Nos. [0004] to [0016]; Fig. 1 (Family: none)	1-2, 5-8, 11, 13-14, 17-21, 24 3-4, 9-10, 12, 15-16, 22-23, 25
Y		
X	JP 9-232678 A (NEC Corp.), 05 September, 1997 (05.09.97), Par. Nos. [0015], [0018], [0040] to [0042]; Fig. 1 (Family: none)	1-3, 5-8, 11, 13-15, 17-21, 24 4, 9-10, 12, 16, 22-23, 25
Y		
X	JP 10-294529 A (Toshiba Corp.), 04 November, 1998 (04.11.98), Par. Nos. [0215] to [0216]; Fig. 38 & US 6031858 A & US 6400742 B1	1, 9-10, 13, 22-23

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
12 July, 2005 (12.07.05)

Date of mailing of the international search report
26 July, 2005 (26.07.05)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.⁷ H01S5/22, 5/323

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.⁷ H01S5/22-5/347

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2005年
日本国実用新案登録公報	1996-2005年
日本国登録実用新案公報	1994-2005年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 11-251678 A (三洋電機株式会社, 鳥取三洋電機株式会社) 1999. 09. 17, 【0004】 - 【0016】, 図 1 (ファミリーなし)	1-2, 5-8, 11, 13-14, 17-21, 24
Y		3-4, 9-10, 12, 15-16, 22-23, 25

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

12. 07. 2005

国際調査報告の発送日

26. 7. 2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

門田 かづよ

電話番号 03-3581-1101 内線 3255

2K

9512

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 9-232678 A (日本電気株式会社) 1997.09.05, 【0015】 , 【0018】 , 【0040】 - 【0042】 , 図 1 (ファミリーなし)	1-3, 5-8, 11, 13-15, 17-21, 24
Y		4, 9-10, 12, 16 , 22-23, 25
X	JP 10-294529 A (株式会社東芝) 1998.11.04, 【0215】 - 【0216】 , 図 38 & US 6031858 A & US 6400742 B1	1, 9-10, 13, 22-23